

IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

Chang-Hoon PARK

ATTN: APPLICATIONS BRANCH

Serial No. (NEW)

ATTORNEY DOCKET NO. SEC.832

Filed: April 6, 2001

Title: "SYSTEM FOR ADJUSTING A PHOTO-EXPOSURE TIME"

**CLAIM OF PRIORITY**

Honorable Assistant Commissioner for Patents and Trademarks,  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicants in the above-identified application, hereby claim the priority date under  
the International Convention of the following Korean application:

Appln. No. 2000-17986

filed: April 6, 2000

as acknowledged in the Declaration of the subject application.

A certified copy of said application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

JONES VOLENTINE, L.L.C.

By: *Brian C. Altmiller*

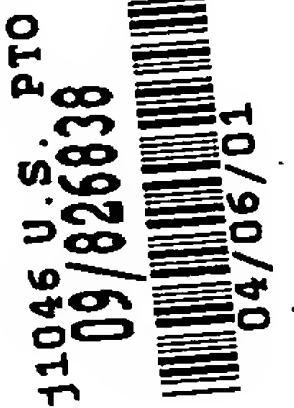
Brian C. Altmiller

Registration No. 37,271

BCA:tljw

JONES VOLENTINE, L.L.C.  
12200 Sunrise Valley Drive, Suite 150  
Reston, Virginia 20191  
Tel. (703) 715-0870

Dated: April 6, 2001



# 대한민국 특허청

## KOREAN INDUSTRIAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 17986 호  
Application Number

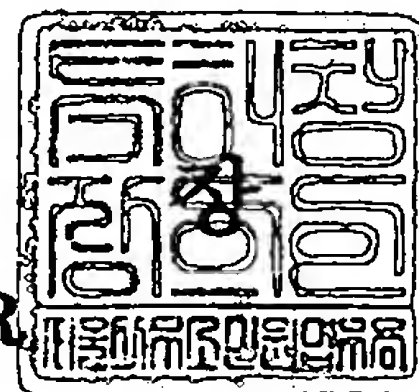
출원 년 월 일 : 2000년 04월 06일  
Date of Application

출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s)

2000 년 10 월 06 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【제출일자】	2000.04.06		
【발명의 명칭】	노광 시간 조절 시스템		
【발명의 영문명칭】	System For Photo-Exposure Time Control		
【출원인】			
【명칭】	삼성전자 주식회사		
【출원인코드】	1-1998-104271-3		
【대리인】			
【성명】	임창현		
【대리인코드】	9-1998-000386-5		
【포괄위임등록번호】	1999-007368-2		
【대리인】			
【성명】	권혁수		
【대리인코드】	9-1999-000370-4		
【포괄위임등록번호】	1999-056971-6		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	박찬훈		
【성명의 영문표기】	PARK, CHAN HOON		
【주민등록번호】	620418-1448822		
【우편번호】	143-210		
【주소】	서울특별시 광진구 광장동 현대APT 502동 1803호		
【국적】	KR		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 임창현 (인) 대리인 권혁수 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	1	면	1,000 원



1020000017986

2000/10/

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	9	항	397,000	원
【합계】	427,000	원		
【첨부서류】	1.	요약서·명세서(도면)_1통		

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 반도체 장치 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템에 관한 것으로, 외부 신호에 의해 노광 시간을 조절이 가능한 노광 유닛, 처리 대상 작업의 전 단계 공정 정보를 입수하여, 상기 노광 유닛에서 형성될 노광 패턴에 영향을 줄 요소를 추출하여 상기 요소에 해당하는 값을 피드 포워드(Feed Forward) 데이터로서 저장하는 전 단계 영향 추정 유닛, 상기 노광 유닛에서 이미 처리된 일정 기간의 선 작업에 대해 검사하고 검사값을 피드 백(Feed Back) 데이터로서 저장하는 검사 유닛, 상기 전 단계 영향 추정 유닛과 상기 검사 유닛에 저장된 상기 데이터들을 소정의 계산 방식으로 처리한 결과를 상기 노광 유닛이 반응할 수 있는 신호로 상기 노광 유닛에 전달하여 노광 시간을 조절하도록 하는 중앙 처리 유닛을 구비하여 이루어진 반도체 장치 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

**【대표도】**

도 1

**【명세서】****【발명의 명칭】**

노광 시간 조절 시스템 {System For Photo-Exposure Time Control}

**【도면의 간단한 설명】**

도1은 본 발명의 일 실시예에 대한 공정과 정보의 흐름을 나타낸 시스템 개념도이다.

도2 및 도3은 본 발명의 적용 전후의 노광 시간과 현상후 선폭 검사의 결과를 나타내는 그래프이다.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <3> 본 발명은 노광 시간 조절 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전후 공정의 상태에 맞게 노광 시간을 조절할 수 있는 노광 시간 조절 시스템에 관한 것이다.
- <4> 반도체 장치의 소자 고집적화에 따라 배선의 선폭은 작아지고 있다. 또한, 선폭 미소화에 따라 반도체 장치 제조를 위해 형성되는 각 층들의 배열이 정확하게 이루어질 것이 요구되고 있다. 반도체 장치 제조 설비 가운데 이런 요구에 가장 직접적으로 영향을 받는 것이 노광 장치이다. 즉, 정밀한 반도체 장치를 형성하기 위해 노광 장치의 해상도와 정렬 능력의 향상이 요구된다.
- <5> 반도체 장치 제조 기술의 정밀성을 높이고 미세 패턴을 정확한 위치에 균일한 형태로 형성하기 위해 노광 장치에서 광원으로 종래 G-Line을 사용하던 것을 파장 365nm의

i-Line, 파장 248nm의 원자외선(Deep Ultra Violet)으로 점차 바꾸어 사용하고 있다.

또한, 노광 방식도 스텝퍼 방식에서 스캐너 방식으로 변화되는 등 노광 장치에 많은 변화가 이루어지고 있다.

<6> 노광의 정밀도에 중요한 영향을 미치는 요소로는 노광 장치의 렌즈 시스템이나 광원의 종류를 들 수 있다. 동시에, 기존의 노광 장치에서 노출 시간 조절 방법, 포토레지스트의 종류와 두께, 베이크 및 현상 조건 등도 모두 노광 품질에 영향을 미치게 된다. 특히, 노광 시간은 포토레지스트막에 맺히는 패턴 이미지의 경계부에서 포토레지스트의 광화학 반응량에 영향을 주어 패턴의 선폭 크기 및 균일성에 중요한 변수가 된다.

<7> 따라서, 패턴의 선폭 크기는 노광 마스크의 패턴의 선폭과 노광 장치의 기하광학적 구성에 의해 일차적으로 결정되지만, 작은 범위 내에서는 포토레지스트 패턴의 선폭 크기를 노광 시간을 늘리고 줄이는 방법으로 조절할 수 있다. 그리고, 반도체 장치의 소자 고집적화와 선폭 미세화의 경향 속에서 노광 시간에 의해 조절되는 선폭 크기는 제조 공정상 중요한 역할을 하게 된다.

<8> 노광 시간을 조절한다는 것은 기존의 노광 시간에 의해 얻어진 포토레지스트 패턴의 크기나 품질에 대한 평가가 이루어짐을 전제로 하는 것이다. 그리고, 이 평가를 근거로 일종의 공정 피드백에 의해 노광의 시간을 재설정하는 것이다. 후 단계의 조사 평가를 전 단계에 피드백하여 전 단계 공정 조건을 조절하는 예로 미국특허번호 5965309호에 개시된 기술을 들 수 있다. 개시된 내용에 의하면, 먼저, 포

토리소그래피와 식각을 이용한 통상의 패터닝 공정으로 얻은 결과 패턴의 크기와 형태를 평가한다. 그리고, 평가 결과를 소정의 방식으로 처리하여 패터닝에 영향을 미치는 공정 조건을 재설정한다. 특히, 식각 과정에서의 공정 조건을 조절하여 결과 패턴에 영향을 준다는 내용과 함께, 노광 공정에서의 초점과 노광량(exposure dose)을 조절하여 결과 패턴에 영향을 주는 방법이 개시되어 있다.

<9> 그러나, 이 예는 피드백에 의한 패터닝 조건 조절이라는 주제 하에서 일반적인 노광, 식각 조건을 넓게 다루고 있지만 노광 시간을 통해 노광량에 영향을 준다는 개념을 명확히 다루지 않고 있다.

<10> 한편, 노광의 결과로 얻어진 포토레지스트 패턴은 현상 후 검사(ADI: after development inspection)에 의해 평가될 수 있다. 얻어진 포토레지스트 패턴은 노광과 직접 관련된 여러 공정 조건에 의해 영향을 받는 것은 물론이지만, 노광 전단계 공정의 결과에 의해서도 영향을 받는다.

<11> 가령, 노광 전에 적층된 물질막이 빛을 잘 반사하는 특성이 있거나 반사 방지막의 역할을 하는 등의 사항이 포토레지스트 패턴에 영향을 준다. 또한, 노광 전에 이루어진 공정 기판의 표면 굴곡 형태와 노광 공정에 의해 얻어질 패턴의 상대적인 위치 등도 노광에 의해 얻어지는 특정 부분의 포토레지스트 패턴에 영향을 줄 수 있다.

<12> 그러나, 현재의 노광 조건 조절 시스템은 노광 공정 전 단계 공정의 결과물 혹은 전 단계 공정의 특성을 현재의 노광 공정에 체계적으로 반영하지 못하고 있다. 따라서, 노광 공정에 투입된 기판의 전력에 따라 노광 공정을 통해 얻어지는 포토레지스트 패턴의 위치와 선폭이 일정하지 못한 문제가 있었다.



- <13> 또한, 대개의 제조 시스템에서 공정 결과에 대한 조사에서 얻어지는 조절 변수가 공정 조건에 영향을 미치기 위해서는 대개 정기적인 데이터 모집과 평가 과정이 있게 된다. 그러나, 데이터 모집 및 평가 과정을 수행하는 기간 동안에는 공정에 적합하지 않은 조건을 유지하는 경우가 많다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <14> 본 발명은 전술한 문제들을 개선하기 위한 것으로, 노광 공정의 결과를 반영하여 노광 시간을 적절히 조절할 수 있는 노광 시간 조절 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <15> 동시에, 본 발명은 전단계 공정의 특징이나 결과를 미리 반영하여 왜곡요소를 사전에 보충함으로써 노광에 의해 얻어지는 포토레지스트 패턴의 균일성을 높일 수 있는 노광 시간 조절 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <16> 또한, 본 발명은 노광 결과물의 검사를 통해 얻은 수정 요소의 피드 백(feed back)과 노광 공정 전의 공정 웨이퍼에 의한 노광 공정 왜곡 요소의 피드 포워드(feed forward)를 실시간으로 반영하여 포토레지스트 패턴의 균일성을 높일 수 있는 노광 시간 조절 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**【발명의 구성 및 작용】**

- <17> 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명 시스템은, 노광 유닛, 전 단계 영향 추정 유닛, 검사 유닛 및 중앙 처리 유닛을 구비하여 이루어진다.
- <18> 노광 유닛은 중앙 처리 유닛 등에서 입력되는 외부 신호에 의해 노광 시간을 조절할 수 있도록 이루어진다. 전 단계 영향 추정 유닛의 역할을 살펴보면, 우선, 노광 유닛

에서 처리해야 할 노광 대상 반도체 기판에 대한 전(前) 단계 공정 정보를 입수한다. 그리고, 이들 정보 가운데 노광 유닛에서 형성될 노광 패턴 선폭에 영향을 줄 요소에 대한 값을 추출한다. 추출된 요소 값이 직접 처리되기 어려운 것이라면 소정의 합리적인 방법에 의해 요소 값의 정량화를 실시할 수도 있다. 추출된 요소 값 혹은 정량화된 요소 값은 피드 포워드(Feed Forward) 데이터로서 중앙 처리 유닛에 인출될 수 있도록 전 단계 영향 추정 유닛에 저장된다.

<19>      검사 유닛은 이미 노광 유닛에서 처리되어 넘겨진 반도체 기판들에 대해 노광 유닛에서의 선(先) 작업 결과, 즉, 선폭 값을 검사하여 저장한다. 검사 유닛은 선 작업 결과 값을 대신하여 선 작업 결과 값과 선 작업에 대해 부여된 목표값의 비교에서 얻어진 차이값을 저장할 수도 있다. 저장되는 값들은 공정 피드 백(Feed Back) 데이터로서 저장되는 것이다. 비교값이 공정 피드 백 데이터로 저장되는 경우에는 비교를 위해 선 작업에 대해 부여된 목표치가 검사 유닛에 입수되어야 한다.

<20>      중앙 처리 유닛에서는 우선, 전 단계 영향 추정 유닛과 검사 유닛에서 저장되거나 수집된 데이터들을 받아들인다. 이들 데이터들은 프로그램화된 소정의 계산 방식에 적용되어 처리 결과값을 얻어내는 데 사용된다. 결과값은 대개 노광 유닛의 직전 단계 노광 시간에 대해 보정되어야 할 차이값 혹은 최적 노광 시간 자체가 될 것이다. 결과값들은 노광 유닛이 반응할 수 있는 신호의 형태로 직접 혹은 변환되어 노광 유닛으로 보내진다. 바람직하게는 노광 유닛에 대한 신호는 대상 반도체 기판을 처리하기 전에 실시간으로 전달되어 일부 기판이 부적합한 노광 시간에 의해 노광되는 것을 방지한다.

<21>      본 발명에서 중앙 처리 유닛에 적용되는 소정의 계산 방식은 현 단계의 공정의 성격이 고려될 수 있는 것이 바람직하다. 예컨대 소정의 계산 방식에 적용될 검사 유닛이

나 추정 유닛에 저장된 데이터들 가운데 보다 최근에 이루어진 작업의 결과 데이터에 가중치가 부여될 수 있는 것이 바람직하다. 이런 경우, 가중치를 적용 데이터와 같이 입력할 수 있는 방식을 생각할 수 있다.

<22> 본 발명에서 작업의 단위 혹은 한번 작업에 처리되는 기관의 갯수는 작업 여건에 따라 결정되는 것이지만, 예컨대 작업의 단위를 기관 1 라트(LOT)로 하는 것이 편리하다. 라트를 단위로 하는 것은 대개 동일한 라트에서 기관들이 동일한 조건으로 가공되기 때문이다. 선 작업에 대한 결과의 검사는 상기 노광 유닛에서 직전에 작업된 기관 3 개의 라트를 대상으로 할 수 있다. 이때, 소정의 계산 방식에 의한 시간 보정값으로는 상기 3 개의 라트 각각에 대한 선폭 오차값을 경향 분석하여 추정되는 선폭 오차값에 해당하는 시간 보정값을 채택할 수 있다. 또한, 시간 보정값 계산에는 피드 포워드 데이터에 해당하는 시간 보정값이 함께 반영될 수 있다.

<23> 선 작업에 의한 영향의 평가를 위해 많은 선 작업에 대한 노광 결과, 측, 현상 후 선폭 값의 누적된 데이터가 사용될 수 있다. 예를 들면, 먼저, 선 작업된 라트 각각에 대한 현상 후 검사에서의 패턴 선폭 값을 정리한다. 그리고, 각각의 선 작업의 전 단계 공정에서 현 단계 노광 공정에 영향을 미치는 요소를 정하여 그 요소 값을 정량화한다. 그리고 패턴 선폭 값과 정량화된 요소 값의 연관관계를 그래프화하거나 함수화하는 방식으로 정리한다. 패턴 선폭 값 대신 패턴 선폭 값과 패턴 선폭 목표치의 차이값을 연관관계 도출에 사용할 수도 있다. 요소 값 가운데 패턴 선폭 값과 유의미한 연관관계를 보이는 그래프나 함수를 얻은 경우에는 이 연관관계는 상기한 소정의 계산 방식에 반영될 것이다.

<24> 본 발명에서는 직전 단계의 공정에서 형성되어 기관의 표층을 이루는 막의 두께 및

막의 재질에 의하여 정해지는 반사도를 정량화 할 수 있는 요소 값 혹은 피드 포워드 데이터로 예시할 수 있다.

<25> 이하 도면을 참조하면서 본 발명의 일 실시예를 통해 본 발명을 좀 더 설명한다.

<26> 도1을 참조하면, 주된 화살표는 공정 웨이퍼가 진행되는 방향을 나타내고, 주변의 화살표는 정보의 흐름 및 정보의 처리가 이루어지는 형태를 나타내고 있다. 노광 공정을 기준으로 볼 때, 공정 웨이퍼는 먼저 전 단계 공정으로 투입된다. 전 단계에서는 웨이퍼 전면에 실리콘 질화막이 콘퍼말(conformal)하게 적층된다. 다음으로 공정 웨이퍼는 노광 공정으로 투입된다. 노광 공정에서는 웨이퍼 전면에 포토레지스트 도포가 이루어지고 이어서 베이킹(bake), 노광(exposure) 및 현상(development)이 이루어진다. 현상 후에는 공정 웨이퍼는 노광 공정을 통해 형성된 포토레지스트 패턴의 선폭을 검사, 측정하는 ADI(after development inspection) 공정으로 투입된다. 그리고, 식각 공정이나 이온 주입 공정 같이 포토레지스트 마스크가 필요한 다음 공정으로 공정 웨이퍼가 반송된다.

<27> 이상의 각 공정 단계에서 공정 조건이나 공정 결과에 대한 정보는 필요에 따라 전 단계 공정 영향 평가 유닛, 검사 유닛 및 중앙 처리 유닛으로 입력되고 정리된다. 실리콘 질화막 적층 공정에서는 실리콘 질화막의 고유 반사율과 적층 두께 등이 노광 공정에 영향을 미치는 요소가 된다. 이들 요소에 대한 값이 추출되어 전 단계 공정 영향 평가 유닛에 기록된다. 노광 공정에서는 포토레지스트의 특성, 베이킹 온도 및 시간, 광원 특성, 현상 조건 등 다른 조건과 함께 노광 시간에 대한 정보가 노광 유닛에 기록된다. 동일한 장비의 같은 단계에서도 레티클 별로 노광 시간이 다를 수 있으므로 노광 시간은 레티클 고유번호 별로 관리되는 것이 바람직하다.

<28> 공정 전체를 통해 각 단계 기록들은 공정 웨이퍼별로 이루어질 수 있다. 혹은, 1

라트를 공정 단위로 이들 가운데 하나를 추출한 것에 대한 기록을 해당 라트의 대표값으로 처리하여 저장할 수 있다. ADI 과정에서는 개별 공정 웨이퍼 또는 공정 단위에서 추출된 웨이퍼의 소정 영역의 선폭을 검사한다. 그리고, 검사를 통해 측정된 선폭 값 정보는 검사 유닛에 저장된다.

<29> 아래의 수학적 식 1과 같이 n번째 작업에 대한 선폭의 측정값  $CD_n$ 은 검사 유닛에서 인출되며, 이미 중앙 처리 유닛에 입력된 선폭 목표치  $CD_{TARGET}$ 와 비교된다. 결과로서, 선폭 차이값인  $\Delta CD$ 가 생성되고 중앙 처리 유닛 내의 해당 기억 장소에 기억된다.

<30> [수학적 식 1]

<31> 
$$\Delta CD = CD_{TARGET} - CD_n$$

<32> 레티클 별로 관리되는 노광 시간을 ET라 하고, 선폭 목표치  $CD_{TARGET}$ 를 위해 정해진 표준 노광 시간과 실제 노광 시간의 차이를  $\Delta ET$ 라 한다. 그러면, n번째 작업에 대한 실제 노광 시간과 표준 노광 시간의 차이는  $\Delta ET_n$ 로 나타낼 수 있다. 그리고, 노광 시간 변화에 대한 선폭 변화의 비율을 상수로 보아 G로 표시한다. G는 이미 작업이 실시된 다수의 가령, 100 이상의 기록 대상 작업 단위에 대한 선폭의 차이  $\Delta CD_n$ 과 노광 시간 차이  $\Delta ET_n$ 의 비  $\Delta CD_n / \Delta ET_n$ 를 평균한 값으로 정할 수 있다. 이것은 수학적 식 2와 같이 나타낼 수 있다. 이 상수 G는 공정을 계속 함에 따라 중앙 처리 유닛의 데이터 베이스에 데이터가 누적되면 누적된 데이터를 바탕으로 수정될 수 있다.

<33> [수학적 식 2]

<34> 
$$G = \frac{1}{100} \sum_{n=1}^{100} \frac{\Delta CD_n}{\Delta ET_n}$$

<35> 따라서, 상수 G와 n번째 작업에 대해 선폭의 차이값  $\Delta CD_n$ 에 대한 자료를 가지면

필요한 보정 시간값, 즉, 실시 노광 시간과 표준 노광 시간과의 차이  $\Delta ET_n$ 를,  $\Delta CD_n$ 를 G로 나누어 얻어낼 수 있다. 결과적으로 이미 실시한 n번째 작업에 의해 역산된 바람직한 노광 시간값  $ET'_n$ 을 얻을 수 있다. 한편, 노광 공정을 진행해야 할 작업 대상이 n+1번째라면 보정 전에 노광 유닛에 현재 세팅되어 있는 노광 시간은  $ET_n$ 이 될 것이다. 그런데, n+1번째 작업의 바람직한 노광 시간  $ET'_{n+1}$ 은 선 작업인 n번째 작업의 결과를 피드백하여 얻은, n번째 작업에 대한 바람직한 노광 시간값  $ET'_n$ 과 같은 것이므로 다음의 수학적 식 3에 의해 결정될 것이다.

<36> [수학적 식 3]

$$<37> \quad ET'_{n+1} = ET_n + \Delta ET_n$$

<38> 이 결과는 n+1번째 작업에 대한 전 단계 공정의 영향을 고려하지 않는다는 가정 하에서 얻어진 것이다. 따라서, 전 단계 공정의 영향이 문제되지 않는 노광 작업, 민감성이 떨어지는 노광 작업에서 현실적으로 사용될 수 있는 값이다.

<39> 상기 수학적 식 3에서는 편차값  $\Delta ET_n$ 을 시행값  $ET_n$ 에 더하고 있으나 포토레지스트의 종류가 음성인가 혹은 양성인가에 따라 편차값을 감하는 경우도 있을 수 있다.

<40> 그러나, 피드백의 요소만을 고려한 노광 시간 결정은 당해 작업에 대한 전 단계 공정의 영향을 고려하지 않은 것이므로, 복잡한 형태를 가지고 전 단계에 형성된 막질에 민감한 공정의 경우에는 적합하지 않다. 따라서, 공정의 대상에 따라서는 전 단계 공정의 영향을 고려하여 바람직한 노광 시간  $ET'$ 를 결정해야 한다. 즉, 전 단계 공정의 요소값 혹은 정량화된 요소값의 함수가 되는 새로운 노광 시간을 설정할 필요가 있다.

<41> 따라서, 많은 선 작업 공정 기판에 대한 현상 후 검사의 결과 선폭 값에 누적된 데



이터를 가지는 경우를 상정하여 전 단계 공정 영향을 얻는 예를 알아본다. 먼저, 실리콘 질화막은 반사방지막의 역할을 하므로 표면 프로파일에 따라 유의미한 연관관계를 얻을 수 있다고 추정한다. 그리고, 누적된 데이터를 정리하여 선 작업된 라트 각각에 대해 원하는 선폭을 얻기 위해 필요했던 것으로 추정되는 노광 시간, 즉, 적정 노광 시간을 얻어 저장한다. 또한, 적정 노광 시간 동안 노광을 실시했을 때의 현상 후 검사에서 얻어지는 선폭 크기와 각 선 작업의 전 단계 공정에서 형성된 실리콘 질화막의 두께를 조사한다. 그러면, 이들 결과를 대상으로 선폭을 중간 매개 변수로 하는, 적정 노광 시간과 대응되는 실리콘 질화막의 두께 사이의 연관관계를 조사할 수 있다. 데이터 획득 기간에 다른 공정 변수들은 일정하게 통제하는 것이 바람직하다. 그러나, 누적 데이터의 수가 많을 경우에는 다른 공정 변수를 통제하지 않아도 변수에 특별한 변화가 없다면 연관관계를 조사할 수 있다.

<42>      연관관계는 중앙 처리 유닛이나 전 단계 영향 추정 유닛에서 함수식으로 규정되거나 그래프 등으로 정리될 수 있다. 결과로서,  $n$ 번째 작업의 전 단계 공정 결과인 기판 표층 실리콘 질화막 두께  $T_n$ 에 대한 적정 노광 시간  $ET(T_n)$ 가 함수식이나 그래프를 통해 얻어질 수 있다.

<43>      누적된 데이터가 충분하지 않거나 결과치가 다른 영향으로 자주 바뀌는 상황에서는 다른 방법을 사용할 수 있다. 즉, 데이터 수집 대상을 최근에 이루어진 소수의 선 작업 기판들로 한다. 그리고, 연속적인 실리콘 질화막 두께와 노광 시간의 대응관계를 대신하여 일정한 범위의 실리콘 질화막 두께에 대해 동일한 적정 노광 시간을 대응시킨다.

<44>      이상의 예와 같이 전 단계 공정의 결과를 고려하게 될 경우, 전기한 수학식 3의  $ET'_{n+1}$ 은 수학식 4와 같은 형태의 바람직한 노광 시간  $ET'(T_{n+1})$ 로 변환될 수 있다. 수학

식 4에 따르면, 먼저, 전 단계 영향 추정 유닛에서는 금번 작업 공정 기판에 대한 전 처리 공정 단계의 결과 자료인 실리콘 질화막의 두께를 입수한다. 그리고, 중앙 처리 유닛에서는 데이터 정리에서 얻은 실리콘 질화막 두께  $T_{n+1}$ 와 적정 노광 시간의 대응관계에 의해 적정 노광 시간  $ET(T_{n+1})$ 이 얻어진다. 이런 경로로 피드 포워드(Feed Forward)가 실현된다. 이미 검사 유닛에서 직전의 선 작업 결과에 의해 알아낸 필요한 보정 시간값  $\Delta ET_n$ 를 적정 노광 시간에 더하여 최종적으로 바람직한 노광 시간  $ET'(T_{n+1})$ 를 얻게 된다. 그리고, 노광 유닛이 추출된 노광 시간  $ET'(T_{n+1})$ 에 맞게 노광을 실시하도록 신호를 노광 유닛에 전달한다.

<45> 결국, 본 예에서 소정의 계산 방식은 수학식 4의 형태가 된다. 수학식 4의  $ET(T_n)$ 의  $T$ 과의 대응 관계는 미리 중앙 처리 유닛에 입력되어 있는 것으로 한다. 이들 처리과정은 각 공정 단계들을 통합하는 전산망을 통해 실시간으로 처리될 수 있다. 각 유닛 사이에 공정 조건, 목표치, 검사 결과 등은 상호간에 실시간으로 이동되며, 이동된 정보의 실시간 처리를 위해서 이들 정보의 흐름을 사전에 프로그램화 하여 진행하는 것이 바람직하다.

<46> 【수학식 4】

$$ET'(T_{n+1}) = ET(T_{n+1}) + \Delta ET_n$$

<47> 만약,  $ET(T_n)$ 과  $T_n$ 의 대응 관계가 명확하지 않고 금번 공정 기판의 실리콘 질화막의 두께에 대한 노광 시간값을 얻기 어려운 상황이라면 전 단계 공정의 경향에 의존하여 수학식 5의 예와 같은 가중 평균에 의한 경향값을 이용할 수도 있을 것이다.

<48> 【수학식 5】

$$ET(T_{n+1}) = ET'(T_n) \times 0.5 + ET'(T_{n-1}) \times 0.3 + ET'(T_{n-2}) \times 0.2$$



<49> 다음의 도2 및 도3은 노광 시간과 현상후 선폭 검사의 결과를 나타내는 그래프이다. 이들 도면에는 본 발명 실시예에 의한 노광 시간 조절 시스템을 적용하기 전의 공정과 적용한 후의 공정에서의 결과가 함께 나타난다. 그래프 상의 각 점은 노광 공정의 1회 실시 시기를 의미한다. y축상 상부의 직사각형 점들은 노광 유닛에서의 노광 시간을, 하부의 마름모형 점들은 노광 현상 후 검사에서 나타난 선폭의 크기를 나타내는 것이다. 또한, x축상의 수치는 실시 시기를 나타내는 것이다. 전체적으로 분산이 줄어들고 분산도에 27%의 개선을 보이고 있으며, 선폭의 균일성도 향상되어 평균값에 근접되는 것을 볼 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<50> 본 발명에 따르면, 이러한 계산과 자료 갱신은 중앙 처리 유닛에서 빠른 속도로 이루어지고 그 결과치가 노광 유닛에 즉시로 반영된다. 그러므로, 보정된 노광 시간에 의해 노광 공정이 이루어지므로 공정상 적절하지 않음을 알면서 일정 기간 부적절한 조건으로 공정이 계속되는 것을 막을 수 있다. 그리고, 공정 결과의 피드 백에 의한 공정 조건 수정에 더하여, 전 단계 공정 결과를 반영함으로써 사전에 노광 시간의 최적화를 추구할 수 있다. 결국, 종래보다 정밀하게 원하는 폭의 노광 패턴을 얻어낼 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

외부 신호에 의해 노광 시간 조절이 가능한 노광 유닛.

처리 대상 작업의 전 단계 공정 정보를 입수하여, 상기 노광 유닛에서 형성될 노광 패턴에 영향을 줄 요소를 추출하여 상기 요소에 해당하는 값을 피드 포워드(Feed Forward) 데이터로서 저장하는 전 단계 영향 추정 유닛,

상기 노광 유닛에서 이미 처리된 일정 기간의 선 작업에 대해 검사하고 검사값을 피드 백(Feed Back) 데이터로서 저장하는 검사 유닛,

상기 전 단계 영향 추정 유닛과 상기 검사 유닛에 저장된 상기 데이터들을 소정의 계산 방식으로 처리한 결과를 상기 노광 유닛이 반응할 수 있는 신호로 상기 노광 유닛에 전달하여 노광 시간을 조절하도록 하는 중앙 처리 유닛을 구비하여 이루어진 반도체 장치 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 피드 포워드 데이터로 저장되는 값은 상기 요소에 대하여 정량화 처리를 하여 얻어지는 값인 것을 특징으로 하는 반도체 장치 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서,

상기 중앙 처리 유닛에서 상기 노광 유닛으로 전달되는 신호는 상기 처리 대상 작

업의 처리 전에 실시간으로 전달되도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 장치 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 소정의 계산 방식은 상기 검사 유닛에서 수집된 데이터와 상기 추정 유닛에 저장된 데이터에 가중치를 부여할 수 있도록 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체 장치 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서,

상기 중앙 처리 유닛에는 상기 추정 유닛, 검사 유닛 및 노광 유닛에서 입수된 정보와 상기 정보의 처리를 통해 얻어진 가공 정보를 정리한 데이터 베이스가 구비되는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서,

상기 피드 포워드 데이터는 전 공정 단계에서 형성되는 막의 두께에 관한 것임을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

【청구항 7】

제 6 항에 있어서,

상기 막은 직전 공정 단계에서 형성되는 반사방지막인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

## 【청구항 8】

제 7 항에 있어서,

상기 중앙 처리 유닛은,

상기 전 단계 영향 추정 유닛에서 상기 처리 대상 작업인  $n+1$  번째 작업의 기판에 대한 반사방지막 두께를 입수하면, 상기 중앙 처리 유닛에 입력된 반사방지막 두께와 적정 노광 시간의 대응관계에 의해 적정 노광 시간( $ET'_n$ )를 얻고,

상기 검사 유닛에서 알아낸  $n$  번째 작업의 선폭값을  $n$  번째 작업의 목표 선폭값에서 감한 차이값( $\angle CD_n$ )과 상기 중앙 처리 유닛에 입력된 노광 시간 변동에 따른 선폭값 변동의 비례관계 상수( $G$ )를 이용하여 얻은 보정 시간값( $\angle ET_n$ )를 얻고,

상기 적정 노광 시간( $ET'_n$ )에 상기 보정 시간값( $\angle ET_n$ )를 더하여 상기  $n+1$  번째 작업에 대한 적정 노광 시간( $ET'_{n+1}$ )을 얻어 상기 노광 유닛이 반응할 수 있는 신호로 바꾸어 상기 노광 유닛에 전달하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

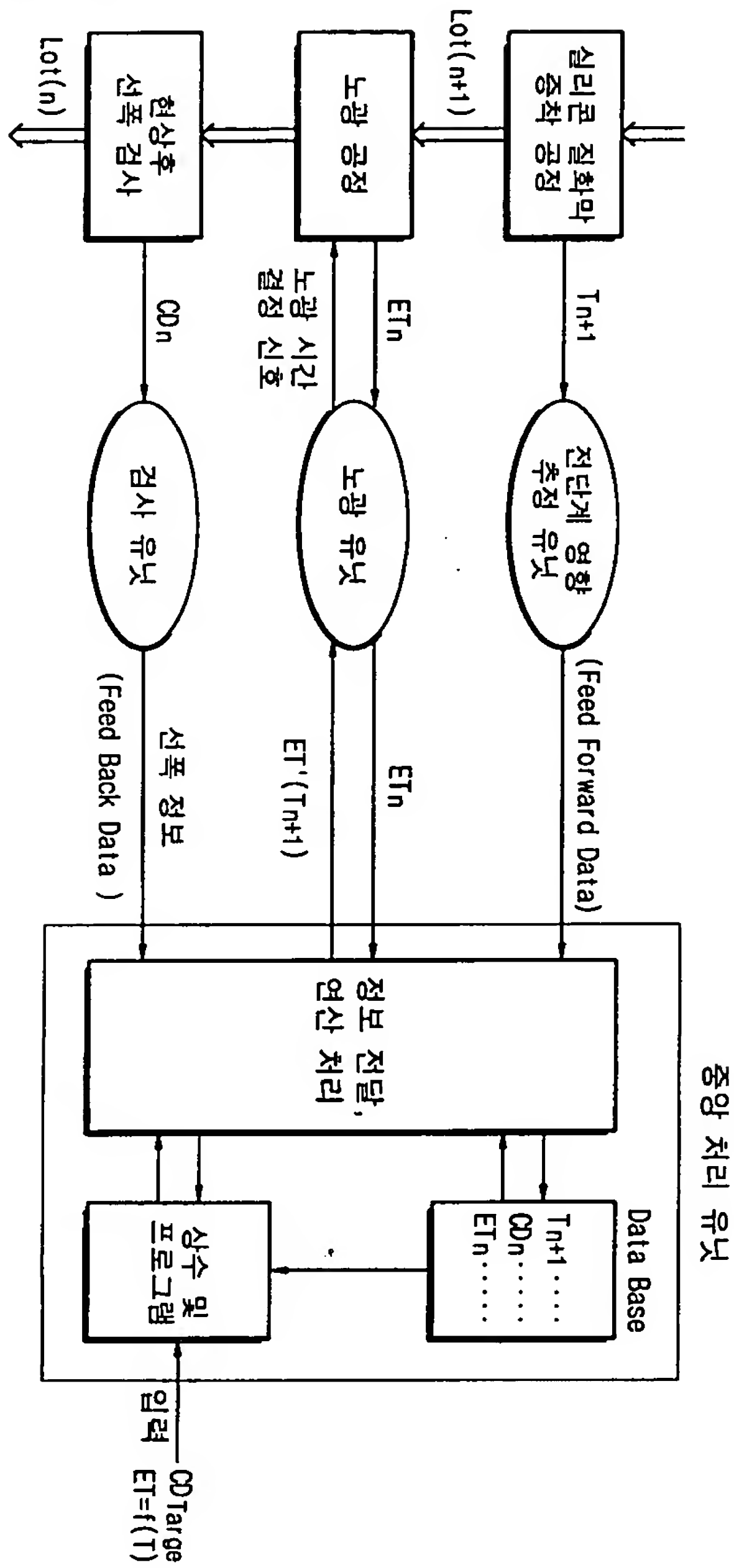
## 【청구항 9】

제 8 항에서,

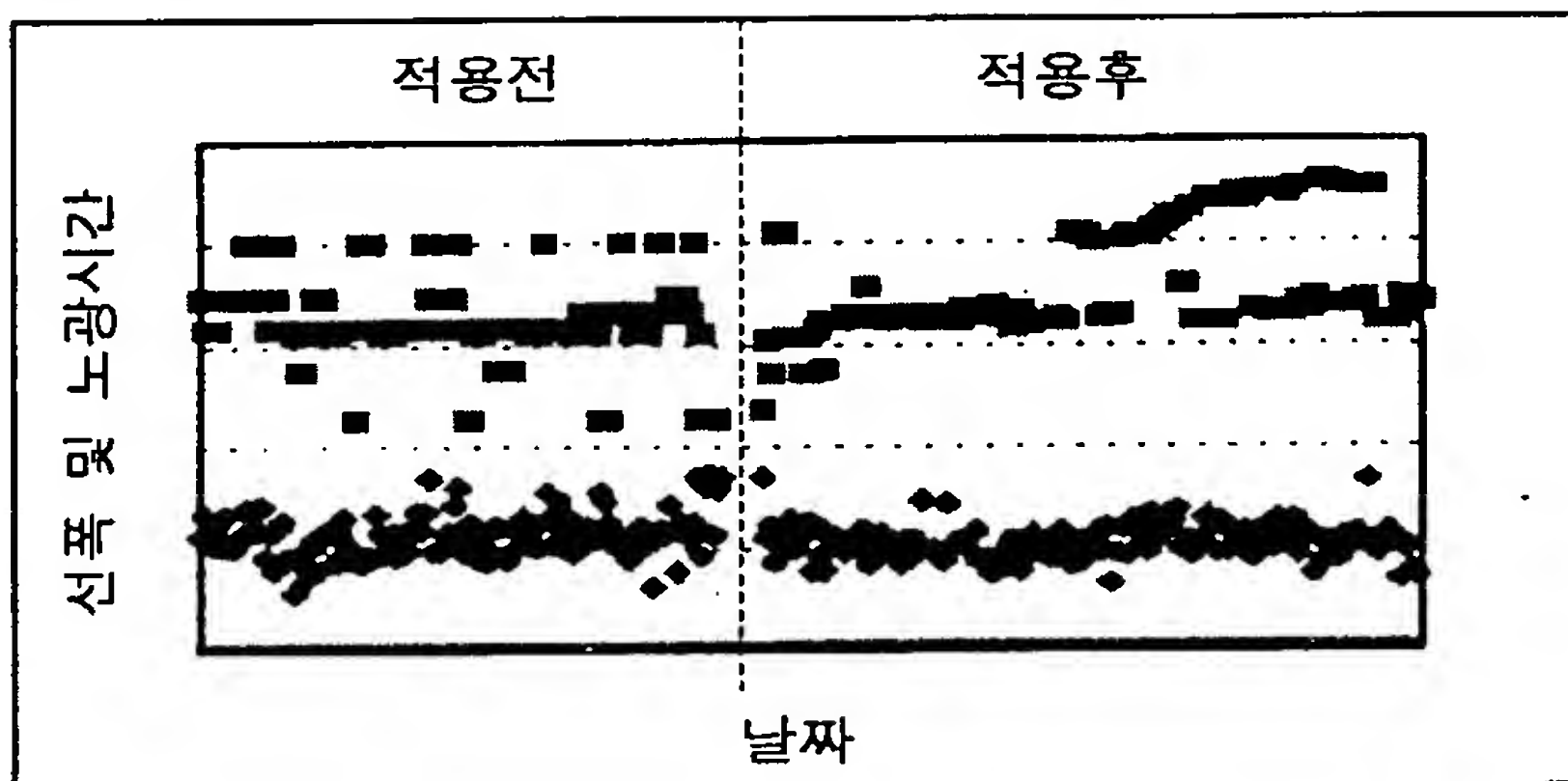
상기 상수( $G$ )는, 소정 갯수의 전 단계 작업에 대하여  $n$  번째 작업의 선폭값을  $n$  번째 작업의 목표 선폭값에서 감한 차이값( $\angle CD_n$ )를 목표 선폭값에 대한 표준 노광 시간에서  $n$  번째 작업에 대해 실시한 노광 시간을 감한 차이값( $\angle ET_n$ )으로 나누어 얻은 값들을 산술평균하여 얻어지는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장비의 노광 시간 조절 시스템.

【보면】

【부 1】



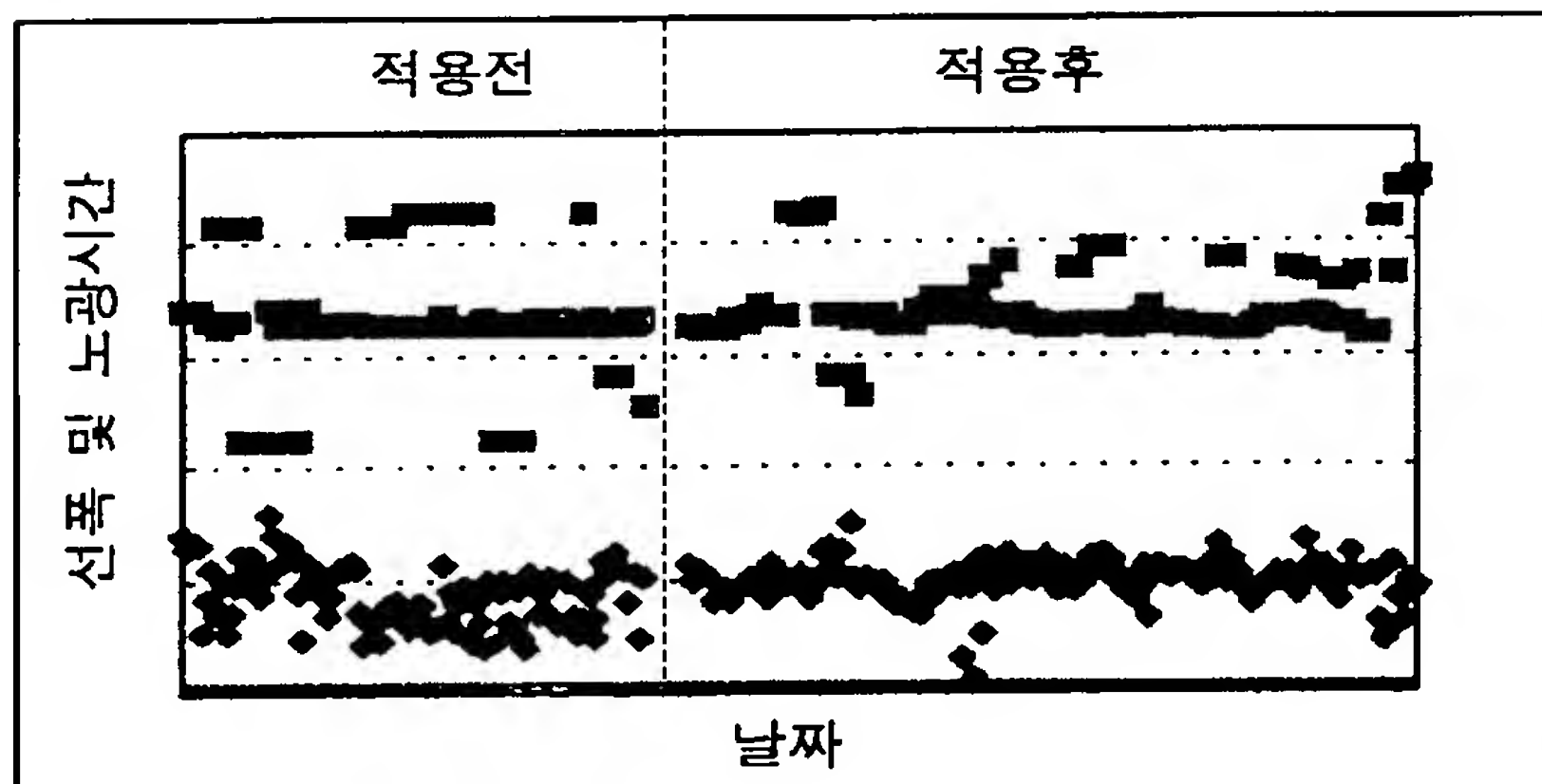
【도 2】



■ 노광시간(msec)

◇ 선폭 크기( $\mu\text{m}$ )

【도 3】



■ 노광시간(msec)

◇ 선폭 크기( $\mu\text{m}$ )